

Gerd Kohlhepp

1. Bergbau und Energiewirtschaft

Bergbau und Erdölförderung

Brasilien besitzt einen außerordentlichen Reichtum an mineralischen Rohstoffen. Die Erforschung der Bodenschätze hat erst in den letzten Jahrzehnten alle Teile des Landes und damit auch das Amazonasgebiet erfaßt. Bisher ist jedoch erst mit dem Abbau der wichtigsten und gleichzeitig verkehrstechnisch günstig gelegenen Vorkommen begonnen worden.

Der Abbau der mineralischen Rohstoffvorkommen ist seit den letzten Jahrzehnten bedeutend gesteigert worden, vor allem seit den 70er Jahren, als Brasilien versuchen mußte, durch Erhöhung der Rohstoffexporte seine Devisenbilanz zu verbessern. Heute nehmen Bergbauprodukte etwa 11% des gesamten Exportwertes ein.

Die brasilianischen Eisenerzvorkommen gehören zu den größten der Welt. Bis Mitte der 80er Jahre wurden nur die gewaltigen Lagerstätten in Minas Gerais ausgebeutet, wo im sogenannten »Eisernen Viereck« ca. 2,5 Milliarden Tonnen sicherer und 3 Milliarden Tonnen vermuteter Reicherzvorräte (Hämatite mit 60-66% Fe-Gehalt) sowie rund 50 Milliarden Tonnen geringerwertige Eisenerze (Itabirite; unter 50% Fe) vorhanden sind.¹ Der Eisenerzabbau bei Itabira (u.a. Conceição, Cauê) zählt mit 60 Millionen Tonnen pro Jahr zu den bedeutendsten Tagebaubetrieben der Erde. Das Eisenerz wird über die 700 km lange Vitória-Minas-Bahnlinie zu dem Erzexporthafen Tubarão (Espírito Santo) transportiert, der mit deutscher Hilfe gebaut, für Schiffe bis 300.000 tdw ausgelegt wurde und über große Pelletisierungsanlagen² sowie Eisen- und Stahlwerke verfügt. Die zu 51% staatlich kontrollierte *Companhia Vale do Rio Doce* (CVRD) ist der größte Eisenerzförderer Brasiliens (ca. 100 Millionen Tonnen pro Jahr) und gehört zu den bedeutendsten Bergbauunternehmen der Welt (Eisenerz, Mangan- und Kupfererz, Bauxit, Gold, Titan). Die Gesellschaft, die auch auf dem industriellen Sektor (Eisen und Stahl, Aluminium, Zellulose u.a.) und im Transportwesen (Erzbahnen, Schifffahrtslinie) tätig ist sowie große Aufforstungen angelegt hat, fördert und exportiert über 70% des brasilianischen Eisenerzes.

1 Alle Daten nach Angaben des Ministério de Minas e Energia (MME) und der Companhia Vale do Rio Doce (CVRD).

2 Feinkörnige Erze werden zu größeren Stücken zusammengepreßt.

1967 wurden im südöstlichen Amazonasgebiet, in der Serra dos Carajás im Staat Pará, die weltweit bedeutendsten Eisenerzlagerstätten entdeckt. Die Prospektionen ergaben Vorräte von 18 Milliarden Tonnen Hämatiten (66% Fe-Gehalt). Außerdem gibt es im Carajás-Gebirge, einer der wichtigsten Lagerstätten-Konzentrationen der Erde, große Vorkommen von Mangan-, Kupfer-, Nickel- und Zinnerzen sowie Gold und Bauxit.

Das *Projeto Ferro Carajás* wurde zum Kernstück des *Programa Grande Carajás*³, einem ehrgeizigen, entwicklungspolitisch umstrittenen Förderprogramm für eine Teilregion Ostamazoniens. Das Carajás-Eisenerzprojekt, das von der CVRD mit – z.T. ausländischen – Investitionen in Höhe von 2,8 Milliarden US-\$ durchgeführt wurde, ist ein Verbund von Eisenerzabbau, Erzbahnlinie von der Serra dos Carajás über 890 km zum Atlantik, Erzexporthafen Ponta de Madeira bei São Luís, einem Tiefwasserhafen für Schiffe bis 360.000 tdw, Errichtung einer Stadt für 15.000 Menschen im Abbaubereich und weiterer infrastruktureller Einrichtungen. Nach Fertigstellung der Carajás-Eisenbahn 1985 begann der Erztransport, der sich 1992 auf 32 Millionen Tonnen Eisenerz und 0,44 Millionen Tonnen Manganerz belief. Auf der nach modernsten technischen Kriterien ausgestatteten Erzbahnlinie (Transportkapazität 35 Millionen Tonnen pro Jahr), die die Funktion einer Entwicklungsachse für die Gesamtregion übernommen hat, verkehren täglich fünf Erzzüge mit je 20.000 Tonnen Eisenerz sowie Güter- und Passagierzüge.

Mit dem Abbau in Carajás besitzt Brasilien einen zweiten Schwerpunkt des Eisenerzbergbaus (*Sistema Norte* genannt), der wie in Minas Gerais (*Sistema Sul*) als integriertes System Produktion – Bahntransport – Exporthafen die küstenfernen Vorkommen erschließt. Die Erze aus Ost-Amazonien werden zu 50% in EU-Länder, zu 37% nach Japan, 10% in andere asiatische Länder und nur zu 2% nach Nordamerika exportiert. Angesichts der internationalen Diskussion um die ökologischen Probleme der Erschließung Amazoniens hat sich die CVRD bemüht, in ihrem Prospektionsgebiet Serra dos Carajás möglichst umweltschonend vorzugehen. Die Nutzung der Carajás-Erze für eine regionale Roheisenproduktion entlang der Bahnlinie auf Basis von Holzkohle hat wegen der damit verbundenen Waldvernichtung zu starken Protesten geführt.

Große Eisenerzvorkommen in Mato Grosso do Sul (Urucúm) werden bisher noch nicht abgebaut.

Die Eisenerz-Förderung Brasiliens hat sich in den letzten 40 Jahren von knapp 2 Millionen Tonnen (1950) auf über 150 Millionen Tonnen im Jahr 1990 gesteigert. Mit Ausfuhren von 115 Millionen Tonnen ist Brasilien der weltweit führende Eisenerz-Exporteur.

Auch im Manganerzbergbau steht Brasilien in der Spitzengruppe der Weltproduzenten. Die Lagerstätten in Amapá (Serra do Navío), nördlich der Amazonasün-

3 Siehe dazu Kohlhepp 1987 und Kohlhepp/Lücker/Garrido Filha 1987.

dung, sind zwar bald erschöpft, aber große Vorkommen werden in Minas Gerais, in Mato Grosso do Sul und seit jüngster Zeit auch im Carajás-Gebiet (65 Millionen Tonnen hochwertige Reserven) abgebaut.

Seit den 80er Jahren entwickelte sich Brasilien auch zu einem der wichtigsten Bau-xit-Förderländer. Neben den seit längerer Zeit bereits im Abbau befindlichen Lagerstätten in Minas Gerais (Poços de Caldas), werden seit einigen Jahren riesige Vorkommen (über 5 Milliarden Tonnen) am Rio Trombetas, einem nördlichen Nebenfluß des Amazonas, abgebaut (1990: ca. 10 Millionen Tonnen). Aufgrund dieser Reserven haben sich im Amazonasgebiet mit hoher ausländischer Kapitalbeteiligung Tonerdeproduktion und Aluminiumhütten bei Belém (Barcarena) und São Luís etabliert. Die Energieversorgung wird durch das Großkraftwerk Tucuruí (3.900 MW) am Rio Tocantins gesichert.

Die reichen Vorkommen an anderen Erzen sind erst zum Teil erschlossen. Der Abbau von Kupfer- (Bahia, Rio Grande do Sul), Chrom- (Bahia), Blei- (v.a. Bahia), Nickel- (Minas Gerais), Zink- (Minas Gerais) und Zinnerz (Kassiterit: Amazonien, v.a. Rondônia), Magnesit (Bahia) und Asbest (Goiás) wurde in den letzten 20 Jahren stark vorangetrieben. Brasilien hat auch hierbei zumeist schon die Spitzengruppe der Förderländer erreicht und versucht, angesichts des wachsenden Eigenbedarfs der einheimischen Industrie, von Importen unabhängig zu werden. Dies gilt vor allem für die Kupfererzvorkommen von Carajás (1,2 Milliarden Tonnen), mit deren Ausbeutung – unter Nutzung der Carajás-Bahn – bald begonnen werden soll.

An weiteren Bergbauprodukten besitzt Brasilien bedeutende Vorkommen von Uran (Reserven: 300.000 Tonnen Natururan), Titan, Wolfram, Beryll, Zirkonium, Thorium (aus Monazitsanden der Ostküste), Bergkristall, Graphit, Glimmer sowie Rophosphaten.

Gold- und Diamantenvorkommen werden bisher fast ausschließlich im traditionellen Waschverfahren durch Gold- und Diamantenwäscher, sogenannte *garimpeiros*, ausgebeutet, wobei die Kontaminierung der Flüsse durch das bei der Goldgewinnung verwendete Quecksilber ein besonderes Umweltproblem darstellt.⁴ Versuche der Mechanisierung der Goldgewinnung scheiterten fast immer am zum Teil militanten Protest der *garimpeiros*, deren Zahl allein in Amazonien mehrere Hunderttausend beträgt und deren Aktivitäten kaum zu kontrollieren sind. Bedeutende Goldvorkommen sind über das ganze Land verstreut und besonders in Nord- und Zentralbrasilien lokalisiert. Die bekannteste Goldmine (Morro Velho) liegt bei Nova Lima (Minas Gerais). In jüngster Zeit war im südöstlichen Amazonien in der Serra Pelada bei Marabá ein wahrer Goldrausch ausgebrochen. Über 60.000 Goldsucher waren dort bis vor kurzen für die Eigentümer der *claims* tätig. Das gewaltsame Vorgehen der *garimpeiros* gegen die indianische Yanomami-Bevölkerung im Grenzgebiet mit Venezuela und das Eingreifen des Militärs haben in den letzten Jahren immer wieder für Schlag-

⁴ Vgl. Pasca 1990.

zeilen gesorgt. Die Angaben über die Goldgewinnung sind sehr unzuverlässig. Die offizielle Gesamtförderung Brasiliens betrug 1990 97 Tonnen mit Schwerpunkten in Mato Grosso, Pará und Minas Gerais. Die Regierung versucht erfolglos, den vor allem in Amazonien sehr erheblichen Gold- und Diamantenschmuggel in das Ausland durch strengere Kontrollmaßnahmen zu unterbinden. Die Exporteinnahmen bei geschliffenen Halbedel- und Edelsteinen, bei denen Smaragde, Aquamarine, Amethyste und Turmaline an der Spitze stehen, werden durch Schmuggel ebenfalls stark beeinträchtigt.

Arm ist Brasilien an hochwertigen Steinkohlevorkommen. Die vorhandene Steinkohle besitzt einen geringen Heizwert und einen hohen Schwefelgehalt. Die größten Lagerstätten befinden sich im Süden des Staates Santa Catarina und in Rio Grande do Sul. Die brasilianische Hüttenindustrie ist zu über 90% auf Importkohle angewiesen. Die Steinkohleförderung, die sich vor allem auf Santa Catarina konzentriert, ist seit 1985 stark zurückgegangen; die Verwendung der Steinkohle erfolgt zum größten Teil in Wärmekraftwerken.

Brasilien hat seit Beginn der 80er Jahre die Erdölförderung um mehr als das Dreifache auf 36 Millionen m³ gesteigert, um die Importabhängigkeit zu verringern. Die nationale Förderung stammt zu 30% vom Festlandsbereich (Rio Grande do Norte, Bahia, Sergipe) und zu 70% aus dem Schelfbereich (*off-shore*-Bohrungen). Zwei Drittel der Gesamtproduktion werden vor der Küste des Staates Rio de Janeiro (Campos-Feld) gefördert. Die einheimische Jahresförderung pendelte in den 70er Jahren um 10 Millionen m³ und konnte ab Mitte der 80er Jahre drastisch erhöht werden. Damit hat sich die Außenabhängigkeit, die 1980 bei Erdöl noch 83% betrug, auf 47% verringert. Bezugsländer sind nach dem Importstopp irakischen Erdöls im August 1990 insbesondere Saudi-Arabien und Iran. Während der Anteil der Rohöleinfuhr am Gesamtimport 1969 nur 9% betrug, steigerte er sich nach der zweiten Ölkrise 1980 auf 47% und betrug 1992 noch etwa ein Fünftel.

Die staatliche Erdölgesellschaft Petrobrás hat seit Jahren die Erdölprospektion intensiviert und strebt bis 1997 die Autarkie Brasiliens in der Erdölversorgung an. Vor allem im Schelfbereich wurden vor Campos im Staat Rio de Janeiro und vor der Südküste Brasiliens bedeutende Erdölfelder entdeckt. Die Hoffnung auf Vorkommen im Amazonasgebiet, vor allem im Mündungsbereich, hat sich noch nicht erfüllt. Zur schnelleren Durchführung der extrem kapitalaufwendigen Erdölsuche hatte sich die brasilianische Regierung bereits Ende 1975 entschlossen, erstmals auch ausländische Gesellschaften auf der Basis von Risikoverträgen zu Prospektionsarbeiten zuzulassen.

Auch der Erdgasförderung kommt zunehmend größere Bedeutung zu. Das ergiebigste Erdgasfeld bei Campos (42% der Gesamtförderung) versorgt die Metropole Rio de Janeiro über eine Ferngasleitung.

In den letzten Jahren wurden neue Erdgasfelder im Amazonasgebiet (Juruá) entdeckt. Da die eigenen Erdgasvorkommen – z.T. aufgrund der peripheren Lage der

Vorkommen – nur bedingt rentabel sind, hat Brasilien mit Bolivien einen Erdgas-Liefervertrag abgeschlossen.

2. Energiewirtschaft

Die energiewirtschaftliche Situation Brasiliens war vor dem Hintergrund des wachstumsorientierten wirtschaftlichen Entwicklungsmodells mittels schneller Industrialisierung insbesondere seit Anfang der 70er Jahre durch einen steilen Anstieg des Energiebedarfs gekennzeichnet.⁵ Gleichzeitig konnte die Abhängigkeit Brasiliens von importierten Energieträgern deutlich auf 22,4% (1992) reduziert werden, wenn auch das angestrebte Fernziel der Energieautonomie noch weit entfernt ist. Die Energiepolitik wird vom Ministerium für Bergbau und Energie sowie dem Nationalen Energierat bestimmt und von einer Reihe von staatlichen Gesellschaften (Petrobrás, Eletrobrás u.a.) ausgeführt.

Die Primärenergieproduktion hat sich nicht nur zwischen 1977 und 1992 auf 152 Millionen Tonnen Erdöl-Äquivalente (TEÄ) verdoppelt, sondern die Anteile primärer Energieträger haben sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Während noch 1970 Brennholz mit fast 45% (1940: mehr als 80%) die bei weitem wichtigste Rolle in der Primärenergieproduktion spielte, ist dessen Anteil 1992 auf 16% gesunken und Wasserkraft nimmt mit Abstand den ersten Rang ein (43%; 1940: 5%). Erdöl, dessen nationale Produktion sich seit 1980 mehr als verdreifacht hat (1992: 31,8 Millionen TEÄ), folgt mit ca. 21%, Zuckerrohr und Derivate (Alkohol) erzeugen bereits ein Siebtel der Primärenergie.⁶

Beim Verbrauch von Primärenergie bestimmen die nicht erneuerbaren Primärenergieträger heute noch 40% des Gesamtkonsums. Hier sind die immer noch beträchtlichen Importe von Erdöl (32%) und metallurgischer Steinkohle (4%) zu nennen. Die Wasserkraft, die 1990 erstmals beim Primärenergieverbrauch das Erdöl übertraf, besitzt heute mit rund 35% die größte Bedeutung. Der Anteil des Erdöls, der im Verlauf des Industrialisierungsprozesses von 6% (1940) auf 42,5% (1978) steil angestiegen war, konnte beim Primärenergieverbrauch in den 80er Jahren trotz Erhöhung der Gesamtmenge um ein Drittel auf etwa 32% gesenkt werden. Dies wurde durch den schnellen Ausbau der Wasserkraft und das *Proálcool*-Programm erreicht, bei dem seit 1975 aus Zuckerrohr Äthylalkohol als Biotreibstoff produziert wird und erhebliche Einsparungen von Benzin erreicht werden konnten. Die Kernkraftwerke sind bisher noch im Versuchsstadium tätig bzw. im Bau und haben nach ersten Ansätzen (1982: 0,8%) heute keinen nennenswerten Anteil an Primärenergieverbrauch.

5 Vgl. Sangmeister 1988.

6 Alle Daten nach Angaben des Ministério de Minas e Energia (MME), MME 1993 und IBGE 1992.

Brasilien hat in den letzten zwei Jahrzehnten ein sehr ehrgeiziges Programm zum Ausbau der Wasserkraft durchgeführt. Im *Plano 2010* soll die Erzeugung von Elektrizität durch den Bau zahlreicher Großkraftwerke, vor allem in Amazonien, ganz erheblich gesteigert werden. Das Wasserkraftpotential wird nach Angaben der Dachorganisation der brasilianischen Elektrizitätswirtschaft Eletrobrás auf 255.000 MW geschätzt. Davon sind erst 23% genutzt oder in Nutzungsvorbereitung, weitere 36% bereits inventarisiert. Das Amazonasbecken hat einen Anteil von 41% am hydroelektrischen Potential, das Einzugsgebiet des Rio Paraná folgt mit 23%. Während im Paraná-Becken bereits 62% des Wasserkraftpotentials genutzt sind, beträgt dieser Anteil in Amazonien erst 0,4%.

Insgesamt hat sich die installierte Kraftwerkskapazität in Brasilien von 1962 bis 1992 nahezu verzehnfacht und beträgt heute 55.000 MW. Davon entfallen 87% auf Wasserkraftwerke.

In der elektrischen Energieerzeugung nimmt Brasilien mit 241.000 GWh (1992) weltweit den 10. Rang ein. In der Stromerzeugung durch Wasserkraft hält Brasilien nach den USA und Kanada den dritten Platz. Seit 1975 hat sich die Erzeugung von Elektrizität mehr als verdreifacht. 94% der Stromerzeugung entstammen der Wasserkraft. Die staatliche Gesellschaft Eletrobrás hat die Funktion einer Holding für die von ihr kontrollierten regionalen Elektrizitätsgesellschaften Eletronorte (Amazonien und Teile Zentralbrasiliens), Chesf (Nordosten), Furnas (Südosten und Teile Zentralbrasiliens) und Eletrosul (Süden und Mato Grosso do Sul). Über 70% der öffentlichen Versorgung wird von staatlichen und gemischtwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt. Von den privaten Gesellschaften sind nur noch wenige in ausländischem Besitz.

Mit Großprojekten hat Brasilien auf dem Wasserkraftsektor nachdrücklich die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Dies gilt insbesondere für Itaipú, dem mit 12.600 MW größten Wasserkraftwerk der Welt am Rio Paraná, das in Zusammenarbeit mit Paraguay erbaut wurde und 1984 in Betrieb ging. Die 18 Generatoreneinheiten von je 700 MW sind für eine Jahresproduktion von 75 Milliarden KWh ausgelegt, die je zur Hälfte den beiden Ländern zustehen. Paraguay bezahlt mit seinem nur zu einem sehr geringen Teil benötigten Elektrizitätsanteil die Hälfte der von Brasilien übernommenen Baukosten ab, die mit Finanzierungskosten insgesamt wohl 16 Milliarden US-\$ betrugen.⁷

Überhaupt weist das Flußsystem des Rio Paraná, an dem zwei Drittel der Gesamtleistung aller Wasserkraftwerke in Brasilien installiert sind, eine der bedeutendsten Konzentrationen von Wasserkraftwerken weltweit auf. Das hydrographische Einzugsgebiet (in Brasilien 1,24 Millionen km²) besitzt außerordentlich günstige natürliche Gegebenheiten für die wasserwirtschaftliche Nutzung. Am Hauptstrom Paraná bilden die beiden Großkraftwerke Ilha Solteira und Jupiá den Komplex Urubupungá (4.600

7 Kohlhepp 1987a, Kohlhepp/Karp 1987.

MW). An den Quellflüssen des Paraná, Paranaíba und Rio Grande, an den Nebenflüssen Tietê, Iguaçu und Paranapanema arbeiten weitere zehn Wasserkraftwerke mit jeweils mehr als 1.000 MW, mehrere kleinere sind im Bau. Nach Inbetriebnahme aller im Bau befindlichen Wasserkraftwerke wird die Kapazität des brasilianischen Teils des Paraná-Beckens die der *Tennessee Valley Authority* in den USA um 20% übertreffen. Umfangreiche Planungen zur Erweiterung des Kraftwerknetzes bestehen vor allem am Rio Iguaçu und Rio Uruguai.

Die Standorte der Wasserkraftwerke im Paraná-Becken liegen aus geographischer Sicht – im Gegensatz zu den meisten Planungen in Amazonien – günstig zu den Industrieballungen der Metropolen des Südostens. Diese wirtschaftlich führende Region steht mit 62% des Elektrizitätskonsums weit an der Spitze. Allein der Staat São Paulo verbraucht 34%. Zusammen mit den drei Südstaaten konzentrieren sich auf die beiden Großregionen Südosten und Süden 76% des gesamten Stromverbrauchs. Im industriellen Bereich fallen im Südosten etwa 70% des Verbrauchs an, was die regionalen Disparitäten des Landes eindrucksvoll unterstreicht.

Im Nordosten ist der Rio São Francisco die zentrale energiewirtschaftliche Achse mit Großkraftwerken wie Paulo Afonso (insgesamt 4.000 MW), Itaparica (1.500 MW) oder Sobradinho (1.050 MW). Das Werk Xingó (5.000 MW) ist im Bau.

Außerordentlich umstritten sind die Planungen im Energieprogramm *Plano 2010* für das Amazonasgebiet sowohl aus ökologischen als auch aus ökonomischen Gründen. Da in Zukunft etwa 90% der Elektrizität durch Wasserkraftwerke erzeugt werden sollen, und die Nutzungsmöglichkeiten des Wasserkraftpotentials in den übrigen Landesteilen für Großprojekte bereits größtenteils ausgeschöpft sind, wurde Amazonien zum neuen Zielgebiet. Während die große Wasserführung der Amazonaszuflüsse beste Voraussetzungen bietet, ist das geringe Gefälle ein sehr wesentlicher Negativfaktor, da mit der Anlage von Wasserkraftwerken riesige Stauseen verbunden sind, die enorme Flächen tropischer Regenwälder und damit auch Lebensraum der regionalen, nicht nur indianischen Bevölkerung überfluten.

Waren bei bisherigen Großkraftwerken wie Itaipú oder Sobradinho immer wieder Proteste der Betroffenen gegen fehlende soziale Maßnahmen für die Umsiedler und Unregelmäßigkeiten bei der Zahlung von Entschädigungssummen laut geworden, so kam also in Amazonien das zusätzliche ökologische Problem der Überflutung von großen Regenwaldgebieten durch die entstehenden Stauseen hinzu. Ein Beispiel dafür ist das Wasserkraftwerk Tucuruí (1. Ausbaustufe: 3.900 MW) am Rio Tocantins mit einem Stausee von 2.430 km² (zum Vergleich: Bodensee 539 km²), der nach Sobradinho am Rio São Francisco (4.200 km²) der zweitgrößte Brasiliens ist und mit einem Stauvolumen von 45,8 Milliarden m³ weltweit an dritter Stelle steht. Tucuruí hat mit einem Verhältnis von Energieerzeugung zu Stauseefläche von 1,6 MW/km² eine wesentlich ungünstigere Relation als Itaipú mit dem für ein Flußkraftwerk sehr günstigen Wert von 9,3 MW/km². Einen negativen Extremfall besonderer Art bietet das

Kraftwerk Balbina, das nordöstlich von Manaus erbaut wurde und bei einem Stausee von 2.360 km² nur maximal 250 MW, im Durchschnitt jedoch nur etwa 110 MW liefert (Baukosten 750 Millionen US-\$). Dies bedeutet 0,05 MW-Leistung/km² Stauseefläche (pro MW einen 31mal höheren Flächenverbrauch als Tucuruí) und außerdem die Überflutung eines Drittels des Lebensraums der Waimirí-Atroarí-Indianer.

Da die Rodung der späteren Überschwemmungsflächen extrem teuer und aufgrund der peripheren Lage auch organisatorisch und technisch kompliziert ist, kommt es zur Überflutung intakter Regenwaldgebiete. Hauptproblem aus ökologischer Sicht ist der Fäulnisprozeß der verbliebenen Biomasse, der mit der Freisetzung toxischer Gase, z.B. Schwefelwasserstoff, Methan und Ammoniak, verbunden ist. Durch geringe Sauerstoffverfügbarkeit im Wasser beim Abbau organischer Substanz bei teilweise sehr geringer Austauschgeschwindigkeit des Stauseewassers wird die Fischereiwirtschaft, eine der Lebensgrundlagen der indianischen Bevölkerung, beeinträchtigt. Die stehenden Stausee-Gewässer führen in den inneren Tropen zu gravierenden tropenhygienischen Problemen, da die Malaria übertragende *Anopheles* und die als Schistosomiasis-Überträger auftretenden Wasserschnecken optimale Lebensbedingungen vorfinden. Außerdem führt die schnelle Ausbreitung von Wasserpflanzen zur Verunreinigung der Turbinen und der hohe Säuregrad des Wassers durch Zersetzung der Vegetation zu Korrosionsschäden.⁸

Nach dem *Plano 2010* sollten insgesamt 79 Kraftwerke mit einer installierten Kapazität von 86.000 MW in der Planungsregion Amazônia Legal⁹ angelegt werden. Damit verbunden wäre eine Stauseefläche von insgesamt ca. 100.000 km². Allein die Fläche des Stausees für das geplante Wasserkraftwerk Babaquara (Staumauer von 48 km Länge) mit Aufstau des Rio Xingú sollte 6.100 km² umfassen. Der »Altamira-Komplex« mit den Großkraftwerken Babaquara und Kararaô sollte als Höhepunkt des Gigantismus das größte Wasserkraftwerk der Welt mit einer installierten Kapazität von bis zu 17.000 MW bilden.

Wurde Tucuruí noch für die Elektrizitätsversorgung der neuen Standorte der Aluminiumindustrie im östlichen Amazonien gebaut, so sollten die im *Plano 2010* vorgesehenen Kraftwerke im Amazonasgebiet eine Stromzulieferfunktion für die Industriezentren des Südostens übernehmen. Dieses Unterfangen, das mit teuren Hochspannungsfernleitungen von mehreren tausend km Länge und dadurch auch erheblichen Energieverlusten verbunden wäre, ist auch ökonomisch nicht tragbar. Die Stromtarife – extrem niedrig z.B. für die Aluminiumhütten – ermöglichen keine ausreichende Eigenfinanzierung.

Nicht zuletzt die heftigen Proteste – auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene – gegen den Bau der Großkraftwerke in Amazonien und gegen die Vergabe des zweiten Energiesektorkredits der Weltbank an Brasilien haben gezeigt, daß sich

8 Kohlhepp 1987b.

9 Vgl. hierzu den Beitrag *Sozialräumliche Gliederung...* von G. Kohlhepp im vorliegenden Band.

das öffentliche Bewußtsein zunehmend gegen die Stauseepläne artikuliert. Da die Weltbank und andere internationale Finanzierungsorgane Kredite für hydroelektrische Großkraftwerke nur noch nach sehr genauer Prüfung der sozialen, ökologischen und ökonomischen Konsequenzen bewilligen werden, kann künftig der Bau von Kleinkraftwerken zur lokalen und mikroregionalen Energieversorgung eine notwendige Alternative sein. Die Weiterentwicklung dieser angepaßten Technologie liegt aber nicht im Interesse der mächtigen Wasserkraft- und Baufirmen-Lobby.

Wärme- und Wasserkraftwerke sind in Brasilien heute nur für 6% der elektrischen Energieproduktion verantwortlich. Neben dem traditionellen Energieträger Kohle und dem in den letzten Jahrzehnten wichtiger werdenden Dieselöl hatte die Kernkraft für die Planungen der brasilianischen Energiewirtschaft seit 1972 zunächst eine ganz besondere Rolle gespielt. Der – geologisch ungünstige – Standort für das erste Kernkraftwerk liegt bei Angra dos Reis in einer Aufschüttungsbucht zwischen den Metropolen Rio de Janeiro und São Paulo. Der erste Kernreaktor aus US-amerikanischer Produktion ging 1982 mit einer Nennleistung von 626 MW versuchsweise in Betrieb, zeigte aber ganz erhebliche Störanfälligkeit. Der deutsch-brasilianische Atomvertrag von 1975 sah den Bau von acht Kernkraftwerken und den Transfer von kerntechnischem *Know-how* vor. Die ehrgeizigen Zielvorstellungen der damaligen brasilianischen Militärregierung gingen von einem Kernenergieanteil von 25% an der Elektroenergieerzeugung Brasiliens im Jahre 1990 aus.

Das Atomabkommen stieß in beiden Ländern aus unterschiedlichen Gründen auf starke Kritik, als die technischen und die finanziellen Dimensionen des Vorhabens bekannt wurden. Zudem sorgte die fehlende brasilianische Unterzeichnung des internationalen Atomsperrvertrages und parallele Aktivitäten der Militärs in der Nuklearforschung für politische Brisanz. Nach mehrfachen Modifikationen des Programms, das aufgrund der finanziellen Schwierigkeiten Brasiliens in der Nach-Militär-Zeit sehr stark reduziert wurde, und erheblichen Verzögerungen soll der zweite Kernreaktor (Angra II: 1300 MW, Reaktor des Typs Grafenrheinfeld) voraussichtlich 1998 in Betrieb gehen. Zu den bisher investierten 2,6 Milliarden US-\$ müssen bis zur Fertigstellung noch 1,5 Milliarden US-\$ aufgebracht werden. Angra III, am gleichen Standort und ebenfalls deutscher Herkunft, wird nicht vor Ende des Jahrzehnts fertiggestellt sein.

Das »Nationale Alkoholprogramm« (*Proálcool*), das 1975 begonnen wurde, war eine international viel beachtete Anstrengung, um nach der ersten Ölkrise die Abhängigkeit vom Erdöl und damit die Importabhängigkeit Brasiliens entscheidend zu verringern. Ziel war die Umwandlung regenerierbarer, landwirtschaftlich erzeugter Biomasse (Zuckerrohr) in Äthylalkohol und dessen Nutzung zur Benzinbeimischung und schließlich Benzin-Substitution. Sicher spielten bei der Einrichtung des Programms auch die aufgrund der hohen Weltproduktion stark gesunkenen Zuckerpreise eine Rolle, die die Zuckerproduzenten nach von der Regierung subventionierten Alternati-

ven suchen ließen. War die Äthylalkoholproduktion anfangs noch primär für industrielle Zwecke als Benzinbeimischung (20%) bestimmt, so kam es ab 1979 aufgrund technologischer Fortschritte im Bau der Destillieren und bei der Konstruktion angepaßter Motoren in der PKW-Industrie zu einer zunehmenden Substitution von Benzin. Nachdem 1982 bereits mehr Kraftfahrzeuge mit Alkoholmotor als mit Benzinmotoren verkauft wurden, stieg Ende der 80er Jahre der Anteil der Alkoholmotoren bei der PKW-Produktion auf ca. 90%. Die Alkoholerzeugung erreichte jährlich 12 Milliarden Liter.

Den hohen Gewinnen bei der Alkoholherstellung und – durch stark subventionierte Kreditvergabe – auch bei den Zuckerrohrproduzenten sowie dem industriellen Impuls beim Maschinen- und Anlagenbau für Destillieren standen beträchtliche ökonomische, ökologische, agrarwirtschaftliche und soziale Probleme gegenüber.

Die Konzeption des auf die weitere Förderung des Straßenverkehrs festgelegten *Proálcool*-Programms war auf den weiteren Anstieg der Erdölpreise ausgerichtet. Zur Konkurrenzfähigkeit des Äthanol hätten die Ölpreise auf 62 US-\$ pro Barrel steigen müssen.¹⁰ Da der Preis jedoch weit unter diesem Niveau lag, mußte das von der staatlichen Erdölgesellschaft Petrobrás verwaltete Programm in sehr starkem Maße subventioniert werden. Selbst durch technologischen Fortschritt, Deviseneinsparung und Arbeitsplatzschaffung konnte dies nicht kompensiert werden.

Die starke Expansion des Zuckerrohranbaus führte zur Vergrößerung der ökologischen Monokulturproblematik. Die Steigerung der Produktivität durch verstärkte Anwendung chemischer Inputs (Düngung, Pflanzenschutz etc.) und die Einleitung der Rückstände bei der Alkoholerzeugung (Vinsasse) in die Flüsse brachten zusätzliche Umweltprobleme mit sich. Die geplante Nutzung weiterer pflanzlicher Rohstoffe zur Gewinnung von Bioenergie kam über das Versuchsstadium nicht hinaus. Aus technologischen Gründen liegen die Kosten für die Alkoholproduktion aus Maniok um 30% höher als bei der Herstellung aus Zuckerrohr.

Der Anstieg der Zuckerpreise 1988/89 hat zu einer stärkeren Umorientierung der Zuckerrohr-Lobby geführt und Verknappungen bei der Alkoholversorgung verursacht. Gleichzeitig haben die steigende nationale Erdölproduktion und die notwendigerweise von Petrobrás getätigten Investitionen auf Kosten der Alkohol-Subventionen zusammen mit den niedrigen Erdöl-Weltmarktpreisen das *Proálcool*-Programm stark eingeschränkt. Die Auto-Industrie hat inzwischen wieder verstärkt auf Benzinmotore umgestellt.

Bei der Nutzung alternativer Energien hat die Sonnenenergie bisher nur im Versuchsstadium eine Rolle gespielt.

Seit 1987 stagniert der Energieverbrauch in Brasilien. Dies war jedoch eine Folge der wirtschaftlichen Rezession und nicht Ergebnis einer energiepolitischen Strategie zur Energieeinsparung. Im Interessenkonflikt um die Nutzung erneuerbarer und nicht

10 Borges et al. 1986.

erneuerbarer Primärenergieträger und aufgrund der Kritik an extrem teuren Großprojekten im Wasserkraft- und Kernenergiebereich wird Brasilien seinen Schwerpunkt auf dem Energiesektor in Zukunft auf gesamtwirtschaftlich, sozial und ökologisch tragfähige Kleinprojekte legen müssen.

Bibliographie

- Borges, Uta et al. (1986): *Proálcool: Analyse und Evaluierung des brasilianischen Biotreibstoffprogramms*, Saarbrücken/Fort Lauderdale.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (1992): *Anuário Estatístico do Brasil 1992*, Rio de Janeiro.
- Kohlhepp, Gerd (1987a): *Itaipú. Basic geopolitical and energy situation – socio-economic and ecological consequences of the Itaipú dam and reservoir on the Rio Paraná*, Braunschweig/Wiesbaden.
- Kohlhepp, Gerd (1987b): »Wirtschafts- und sozialräumliche Auswirkungen der Weltmarktintegration Ostamazoniens. Zur Bewertung der regionalen Entwicklungsplanung im Grande Carajás-Programm in Pará und Maranhão«, in: Kohlhepp, Gerd (Hrsg.), *Brasilien*, Tübingen, 213-254.
- Kohlhepp, Gerd/Lücker, Reinhold/Garrido Filha, Irene (1987): *Programa Grande Carajás. An evaluation of the Regional Development Program in Brazilian Eastern Amazonia*, Tübingen (unveröffentlicht).
- Kohlhepp, Gerd/Karp, Bernd (1987): »Itaipú. Raumwirksame sozioökonomische Probleme hydroelektrischer Inwertsetzung des Rio Paraná im brasilianisch-paraguayenischen Grenzraum«, in: Kohlhepp, Gerd (Hrsg.), *Brasilien*, Tübingen, 71-116.
- MME [Ministério de Minas e Energia] (Hrsg.), (1993): *Balanco energético nacional 1993*, Brasília.
- Sangmeister, Hartmut (1988): »Brasiliens Energiewirtschaft in der Krise«, in: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 38, 555-559.